

**PENGARUH *BLACK CARBON* DAN SULFUR TERHADAP
KOEFSIEN *GRIP* BAHAN BAN DENGAN BATIKAN SILANG PADA
LINTASAN ASPAL BASAH DAN KERING**



PUBLIKASI ILMIAH

Disusun Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi
Strata Satu Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

INDRA GUNAWAN

D.200.09.0018

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH *BLACK CARBON* DAN SULFUR TERHADAP KOEFISIEN *GRIP*
BAHAN BAN DENGAN BATIKAN SILANG PADA LINTASAN ASPAL BASAH
DAN KERING**

PUBLIKASI ILMIAH

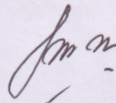
oleh :

INDRA GUNAWAN

D 200090018

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Pramuko I P, MT

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH *BLACK CARBON* DAN SULFUR TERHADAP KOEFISIEN
GRIP BAHAN BAN DENGAN BATIKAN SILANG PADA LINTASAN ASPAL
BASAH DAN KERING**

oleh :

INDRA GUNAWAN

D 200 09 0018

Telah dipertahankan di depan dewan Penguji

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada hari selasa, 16 februari 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

Ketua : Ir. Pramuko IP., MT

(.....)

Anggota 1 : Muh Alfatih Hendrawan ST., MT

(.....)

Anggota 2 : Joko Sedyono.,ST.,M.eng.,Phd

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono., MT., Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, April 2016

Penulis



INDRA GUNAWAN

D 200 09 0018

EFFECT OF CARBON BLACK AND SULFUR COEFFICIENT GRIP ON INGREDIENTS TIRE ON TRACK WITH CROSS TREAD PATTERN ASPHALT WET AND DRY

Indra Gunawan, Pramuko I P, M. Alfatih Hendrawan
Mechanical Engineering University of Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura
E-mail:indragunawan2202@gmail.com

ABSTRACTION

Tires are an important part of a land vehicle that works by utilizing a surface friction force between the road surface is called the grip, one of the factors that affect tire grip is the quality of the compound. This study aims to determine the effect of black carbon and sulfur to the coefficient of grip compound tire material with a cross on the tarmac batikan wet and dry conditions, study the effect of black carbon and sulfur composition of the value of its hardness and strength.

Material for tire compound used is natural rubber and synthetic rubber SBR RSS mixed with chemicals carbon black, white oil, ZnO, stearic acid, prafin wax, MBTS, cumaron resin and sulfur, mixed use tools rollingmixing to form sheets. Rheometer testing is done to determine the value kematang after it is vulcanized with a cross in the mold batikanvulkanizing machine press. Hardness testing using test equipment shore hardness tester with ISO standards. Tensile test using a rubber test equipment testing equipment with ISO standards. Testing the coefficient of grip with the loading test apparatus using grips with the basic principle of the power equation. Testing wear the cross tread pattern tarmac wet and dry conditions using a constant load of 16.2 kg for 30 minutes.

Based on the results of tests performed variations of black carbon and sulfur in each compound affects the value of the coefficient of grip, keausannya value, the value of its hardness and strength values. For example the first composition by administering the compound as black carbon and sulfur by 50/3 Phr has the highest grip coefficient with a value of 0.982 for a load of 21.2 kg, while for compound 3 with the black carbon and sulfur by 60/4 Phr has a coefficient grip lowest amounting to 0.968 with the same load on the tarmac in wet conditions.

Keywords: *Compound, black carbon and sulfur, the coefficient of grip.*

PENGARUH *BLACK CARBON* DAN SULFUR TERHADAP KOEFISIEN *GRIP* BAHAN BAN DENGAN BATIKAN SILANG PADA LINTASAN ASPAL BASAH DAN KERING

Indra Gunawan, Pramuko I P, M. Alfatih Hendrawan

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

E-mail: indragunawan2202@gmail.com

ABTRAKSI

Ban adalah bagian penting dari suatu kendaraan darat yang berkerja dengan memanfaatkan gaya gesek antara permukaanya dengan permukaan jalan disebut dengan istilah grip, salah satu faktor yang mempengaruhi grip adalah kualitas kompon ban. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh black carbon dan sulfur terhadap nilai koefisien grip kompon bahan ban dengan batikan silang pada lintasan aspal kondisi basah dan kering, mempelajari pengaruh komposisi black carbon dan sulfur terhadap nilai kekerasanya dan kekuatan tariknya.

Bahan pembuat kompon ban yang digunakan adalah karet alam RSS dan karet sintetis SBR dicampur dengan bahan kimia black carbon, white oil, Zno, strearic acid, prafin wax, MBTS, resin cumaron dan sulfur, dicampur menggunakan alat rollingmixing hingga membentuk lembaran. Dilakukan pengujian rheometer untuk mengetahui nilai kematang setelah itu divulkanisasi dengan mold batikan silang pada mesin vulkanizing press. Pengujian kekerasan menggunakan alat uji shore hardness tester dengan standar SNI. Pengujian tarik menggunakan alat uji rubber testing equipment dengan standar SNI. Pengujian koefisien grip dengan pembebanan menggunakan alat uji grip dengan prinsip dasar persamaan daya. Pengujian keausan dengan batikan silang lintasan aspal kondisi basah dan kering menggunakan beban konstan 16,2 kg selama 30 menit.

Bedasarkan hasil pengujian yang dilakukan variasi black carbon dan sulfur disetiap kompon berpengaruh pada nilai koefisien grip, nilai keausannya, nilai kekerasan dan nilai kekuatan tariknya. Sebagai contoh pada kompon komposisi 1 dengan pemberian black carbon dan sulfur sebesar 50/3 Phr memiliki nilai koefisien grip tertinggi dengan nilai 0,982 untuk beban 21,2 kg sedangkan untuk kompon 3 dengan nilai black carbon dan sulfur sebesar 60/4 Phr memiliki nilai koefisien grip terendah yaitu sebesar 0,968 dengan beban yang sama pada lintasan aspal kondisi basah.

Kata kunci: Kompon , black carbon dan sulfur, koefisien *grip*.

I. PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Ban adalah bagian penting dari suatu kendaraan darat, yang berfungsi untuk mengurangi getaran yang disebabkan ketidakatruran permukaan jalan, memberikan kestabilan antara kendaraan dan permukaan jalan untuk meningkatkan percepatan dan mempermudah pergerakan. Seiring berkembangnya jenis-jenis ban berbagai produsen ban bermunculan mereka saling bersaing untuk menghasilkan ban yang berkualitas baik dari segi campuran bahan, model ban, performa maupun kenyamanan saat digunakan (Wikipedia, 2015).

Ban berkerja dengan memanfaatkan gaya gesek permukaanya dengan permukaan jalan, gaya gesek ini disebut dengan istilah *grip*. Ada banyak faktor yang mempengaruhi *grip* yaitu gaya *vertical* dari ban terhadap jalan, koefisien gesek antara permukaan yang saling bersinggungan, *tread pattern* (batikan ban), tekanan udara pada ban dan jenis bahan karet. *Grip* dapat ditingkatkan dengan memperbaiki koefisien gesek antara ban dengan jalan karena permukaan jalan merupakan besaran konstan yang tidak bisa diubah maka untuk memperbaiki koefisien geseknya dengan cara memperbaiki kualitas kompon pada ban (Anonim, 2012).

Kompon karet adalah campuran karet mentah dengan bahan-bahan kimia yang belum divulkanisasi. Proses pembuatan kompon adalah pencampuran antara karet mentah dengan bahan kimia karet (bahan aditif). Karet untuk kompon terdiri dari dua jenis ,yaitu karet alam dan karet sintetis.

Pola batikan pada ban berfungsi untuk meningkatkan gaya gesek antara ban dengan permukaan jalan

yang disebut dengan istilah koefisien *grip*. Pola batikan dibedakan sesuai dengan kebutuhan operasional, contohnya ban harus mempunyai daya traksi yang baik di permukaan jalan basah, mampu mengalirkan air dan terhindar dari slip ke samping jika dilakukan pengereman, ban seperti ini membutuhkan pola *tread* yang berbeda.

Salah satu komponen yang menunjang koefisien *grip* adalah permukaan jalan (lintasan) yang dilalui ban, semakin baik permukaan jalan yang dilalui maka *grip*nya akan semakin baik. Di Indonesia lintasan aspal masih menjadi pilihan utama di banding dengan beton. Lintasan aspal banyak digunakan karena lintasan aspal umumnya lebih nyaman untuk dilalui, warnanya yang hitam tidak memberikan efek silau pada siang hari, jarak pengereman kendaraan di atas lintasan aspal cukup baik, karena nilai kekesatan permukaan (*skid resistance*) hanya turun sedikit atau hampir konstan (Sjahdanulirwan, M, 2003).

Bedasarkan hal-hal tersebut di atas penelitian ini mengkaji seberapa besar pengaruh komposisi *black carbon* dan sulfur terhadap koefisien *grip* bahan ban dengan batikan silang pada lintasan aspal kondisi basah dan kering.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:.

1. Mempelajari pengaruh komposisi *black carbon* dan *sulfur* terhadap pengujian kekerasan, pengujian tarik dan pengujian koefisien *grip* dengan batikan silang pada lintasan aspal kondisi basah dan kering.
2. Mendefinisikan secara grafis hasil uji pembebanan terhadap koefisien *grip* ban dengan batikan silang antara kompon buatan dan

kompon pasaran pada lintasan aspal kondisi basah dan kering.

3. Mendefinisikan secara grafis hasil uji keausan kompon bahan ban dengan batikan silang antara kompon buatan dan kompon pasaran pada beban 16,2 kg lintasan aspal basah dan kering.

1.3 Manfaat Penelitian.

Dari hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya adalah:

1. Meningkatkan pengetahuan lebih lanjut tentang proses dan bahan dalam pembuatan kompon ban kepada para pelajar dan mahasiswa.
2. Dapat digunakan sebagai acuan pada industri yang berhubungan dengan pembuatan kompon ban agar dapat meningkatkan kualitas produk yang telah di capai

1.4 Batasan Masalah.

Mengingat sangat kompleksnya permasalahan yang terjadi dalam penelitian ini agar tidak melebar kemana - mana maka penulis perlu membatasi permasalahan agar pembahasan lebih terfokus. Batasan – batasannya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini difokuskan pada pengaruh pemberian *black carbon* dan sulfur terhadap pengujian kekerasan, pengujian tarik dan pengujian koefisien *grip* dengan pembebanan.
2. Komposisi kompon buatan menggunakan komposisi penelitian sebelumnya (Setiyawan, H, 2014).
3. Debit aliran air di anggap selalu konstan saat pengujian basah yaitu sebesar 0,52 ml/s.
4. Perhitungan lama uji keausan dengan *stopwacth* selama 30 menit sudah sesuai dengan harapan, meninjau banyak aspek yang perlu di perhatikan maka

waktu 30 menit sudah dianggap cukup.

5. Kekasaran permukaan dianggap seperti ban luar pada umumnya.
6. Motor listrik dianggap mempunyai efisiensi 0,7
7. Transmisi pada alat uji koefisien grip menggunakan v-belt, diasumsikan efisiensinya 0,9 tiap v-belt, sedangkan alat ini terdapat 3 v-belt sehingga efisiensi alat ini $0,9 \times 0,9 \times 0,9 = 0,729$.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka.

Grip dapat ditingkatkan dengan dua cara yaitu meningkatkan gaya vertikal dan meningkatkan koefisien gesek permukaan. Cara pertama yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan *downforce* mobil hal ini akan memperbaiki *grip* tetapi akan berakibat fatal karena akan meningkatkan beban lateral saat mobil menikung mobil akan mudah terlempar keluar jalur. Cara kedua adalah dengan memperbaiki koefisien gesek antara ban dan aspal karena permukaan aspal adalah besaran yang konstan yang tidak bisa diubah maka satu-satunya cara memperbaiki koefisien gesek adalah dengan memperbaiki kualitas kompon ban. kondisi terbaik biasanya dicapai suatu kompon ban pada temperatur 85⁰C sampai 100⁰C. Hal ini banyak dijumpai pada situasi sebelum balapan dimulai ban diselimuti dengan pemanas agar temperatur oprasi ban dapat bekerja dengan cepat. Kualitas kompon juga tergantung dari jenis karetanya. Semakin keras kompon biasanya kualitas *grip* semakin menurun, tetapi ketahanan terhadap keausannya semakin meningkat. Kondisi ideal tentu saja apabila para pabrikan ban bisa membuat kompon yang keras tetapi mempunyai *grip* yang baik. (Daroyniroy, 2008)

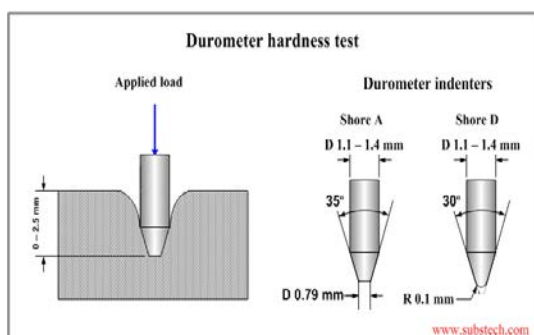
2.2 Dasar Teori

Ban adalah piranti yang menutupi velg suatu roda. Ban adalah bagian penting dari kendaraan darat, dan digunakan untuk mengurangi getaran yang disebabkan tidak aturannya permukaan jalan, melindungi roda dari aus dan kerusakan, serta memberikan kesetabilan antara kendaraan dan permukaan yang dilintasi untuk meningkatkan percepatan dan mempermudah pergerakan. (Wikipedia 2015)

2.3 Teori Pengujian

Pengujian Kekerasan

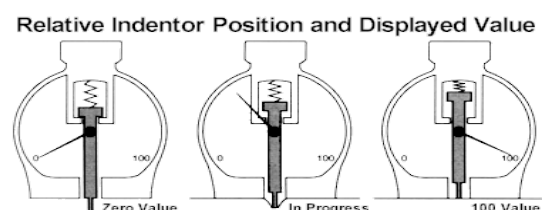
Uji keras merupakan pengujian yang paling efektif karena dengan pengujian ini, kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah di golongkan sebagai material ulet atau getas. Kekerasan dari karet adalah perlawanan dari permukaan karet terhadap penetrasi dari beban dengan berat tertentu dan ujungnya berbentuk bola atau kerucut (Dr. Dmitri Kopeliovich, 2013)



Gambar 2.1 Identitor Durometer Shore A Dan Shore D

Shore kekerasan adalah ukuran dari ketahanan bahan terhadap penetrasi pegas yang dihubungkan pada jarum *indentor*. Kekerasan polimer (karet, plastik) biasanya diukur dengan skala Shore. Shore skala A digunakan untuk pengujian elastomer lembut (karet) dan polimer lembut lainnya. Kekerasan elastomer keras dan sebagian besar bahan polimer lainnya (termoplastik, termoset) diukur dengan skala Shore D. Shore kekerasan diuji dengan alat yang disebut Durometer. Durometer menggunakan sebuah *indentor* dipasang pada pegas yang dikalibrasi. Kekerasan ditentukan oleh kedalaman penetrasi *indentor* pada bahan uji. Dua bentuk *indentor* yang berbeda (lihat gambar di atas) dan dua beban pegas yang berbeda digunakan untuk dua skala Shore (A dan D). Beban Shore A: 1.812 lb (822 g), beban Shore D: 10 lb (4536 g).

Shore nilai kekerasan dapat bervariasi dalam kisaran dari 0 sampai 100. Penetrasi maksimum untuk setiap skala adalah 0,097-0,1 inci (2,5-2,54 mm). Nilai ini sesuai dengan minimum Shore kekerasan: 0. Maksimum nilai kekerasan 100 sesuai dengan penetrasi nol.



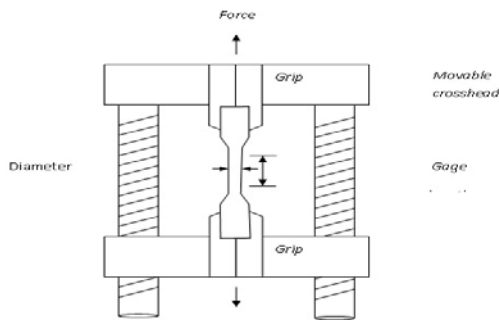
Gambar 2.2 Kerja Durometer

Pengujian Tarik

Adalah salah satu uji *stress-strain* mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus.

Uji tarik merupakan jenis pengujian bahan yang paling banyak dilakukan untuk mengetahui sifat

mekanik suatu bahan teknik. Dalam prakteknya masih sedikit para praktisi pengujian bahan yang memperhatikan aspek dan pengaruh laju regangan terhadap data hasil uji tarik. Untuk itu penelitian ini dilaksanakan dengan mempelajari pengaruh variasi laju regangan linier ($\dot{\epsilon}$) pada pengujian tarik.

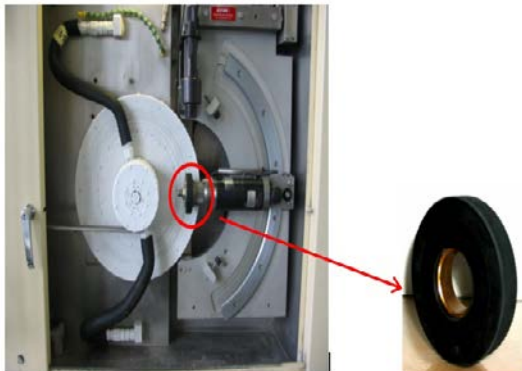


Gambar 2.3 Skema pengujian tarik

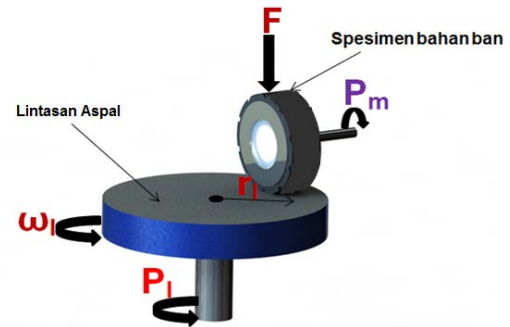
Pengujian Grip

Alat uji *grip* yang dipakai menggunakan acuan mesin VMI LAT 100. LAT100 adalah alat uji sampel karet yang mensimulasikan kondisi jalan untuk pengujian laboratorium yang cepat dan ekonomis.

LAT100 memenuhi ISO 23233: 2009 standar untuk pengujian abrasi senyawa karet. Parameter abrasi seperti kecepatan, beban dan sudut slip yang dapat diatur.



Gambar 2.4 LAT100 Machine dan Sampel Ban yang Diuji.



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Alat Uji Grip Bahan Ban.

Keterangan :

ω_l = kecepatan sudut lintasan

r_l = Jari-jari lintasan yang bersinggungan dengan spesimen bahan ban.

P_m = Daya pada motor.

P_l = Daya pada lintasan.

F = Gaya yang bekerja.

Daya Pada Motor

Daya yang digunakan adalah daya yang dibebankan pada motor penggerak alat uji. Dirumuskan (ir. Jac. Stolk, 1994)

$$P = V \cdot I \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

P = Daya Pada Motor (Watt)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Torsi

$$T = \frac{P}{\omega} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana : T = Torsi (Nm)

P = Daya (Watt)

ω = Kecepatan Sudut

Torsi dalam hubungannya dengan gaya

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots(3)$$

Dimana : F = Gaya (N)

r = Jari-jari (m)

Kecepatan Sudut Pada Spesimen Bahan Ban.

Berikut ini adalah rumus untuk mencari kecepatan sudut yang dibutuhkan dalam perhitungan torsi (ir. Jac. Stolk, 1994).

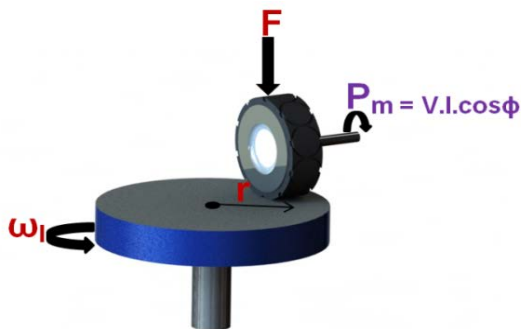
$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

ω = kecepatan sudut (rad/s)

n = putaran (rpm)

Koefisien Grip



Gambar 2.6 Gaya Pada Spesimen Bahan, Kecepatan Sudut Dan Daya Yang Bekerja Pada Lintasan.

Koefisien *grip* dihitung berdasarkan perbandingan antaradaya pada motor dengan daya pada lintasan beton.

$$F \cdot r_l \cdot \omega_l = V \cdot I \cdot \cos \Phi \dots\dots\dots(5)$$

$$\rightarrow \varphi = \frac{V \cdot I \cdot \cos \Phi \cdot \eta_l \cdot \eta_a}{F \cdot r_l \cdot \omega_l} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana φ = Koefisien Grip

V = Tegangan (v)

I = Kuat Arus (A)

$\cos \phi$ = Faktor daya (0.8)

η_m = efisiensi daya motor penggerak (0.7)

η_a = efisiensi daya pada alat uji (0.7)

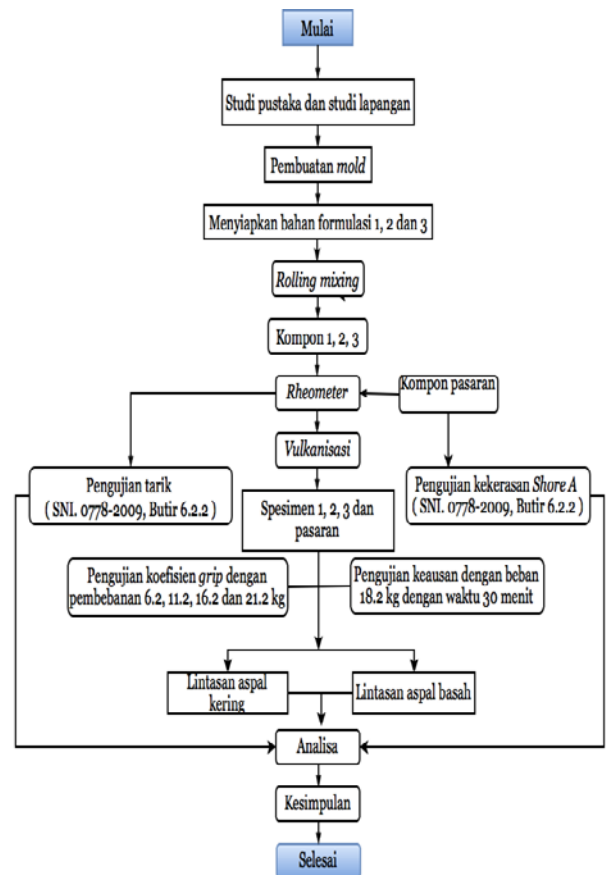
F = Beban (N)

r_l = Jari-Jari Lintasan Yang Bersinggungan Dengan Spesimen Bahan Ban (m)

ω_l = Kecepatan Sudut Lintasan (rad/s).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



3.2 Alat Dan Bahan

➤ Bahan Penelitian

Berikut ini adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.



1. RSS (Rubber Smoke Sheat)
2. MBTS
3. Sulfur
4. Parafin wax
5. Zno
6. Strearic Acid
7. Black Carbon
8. Resin Cumaron
9. Parafin Wax
10. MBTS

➤ Alat Penelitian

Berikut ini adalah alat yang digunakan dalam penelitian.



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)



(8)



(9)



(10)

Keterangan:

(1) <i>Two rollmixing</i>	(6) Cetakan (<i>Mold</i>)
(2) vulkanisasi	(7) <i>Clampmeter</i>
(3) <i>Rheometer</i>	(8) <i>Thermometer</i>
(4) <i>Tachometer</i>	(9) <i>Gelas ukur</i>
(5) <i>Timbangan</i>	(10) <i>Caliper</i>

Tabel formulasi kompon.

No	Nama bahan	Formulasi kompon 1		Formulasi kompon 2		Formulasi kompon 3	
		Phr	Gram	Phr	Gram	Phr	Gram
1	RSS	70	1661,6	70	1609,2	70	1560
2	SBR	30	712	30	689,6	30	668,4
3	Black carbon	50	1186,8	55	1264,4	60	1337,2
4	White oil	6	142,4	6	138	6	133,6
5	Zno	4	94,4	4	92	4	89,2
6	Stearic acid	2	47,6	2	46	2	44,4
7	Paraffin wax	0,5	12	0,5	11,6	0,5	11,2
8	MBTS	1	23,6	1	22,8	1	22,9
9	Resin cumaron	2	47,6	2	46	2	44,4
10	Sulfur	3	71,2	3,5	80,4	4	89,2
Jumlah		168,5	4000	174	4000	215,5	4000



Spesimen uji setelah di lem

3.3 Alat Uji Penelitian

Berikut ini adalah alat uji yang digunakan dalam penelitian.

(1) Alat uji kekerasan (*Hardness Tester*) BBKKP Jogjakarta.



(2) Alat Uji tarik (*Rubber testing equipment*) BBKKP Jogjakarta.



(3) Alat Uji Koefisien *Grip* Lab UMS.



3.4 Proses Penelitian Proses Pengolahan Bahan

Proses kali ini yaitu menimbang bahan sesuai dengan formulasi di setiap jenis komponnya. Panaskan mesin *roling mixing*. Roll RSS dan SBR sampai menyatu, tambahkan dengan ZnO hingga tercampur. Masukkan campuran RSS, SBR dan ZnO setelah tercampur masukkan *resin cumaron roll* hingga tercampur satu dengan lainnya. Masukkan *black carbon* sebanyak 50% dari total keseluruhan, kemudian masukkan *paraffin wax*, *white oil* dan sisa dari *black carbon*. setelah semuanya rata masukan *accelelator* MBTS lalu yang paling akhir masukan sulfur setelah tercampur semua atur tebal kompon sesuai yang diinginkan agar saat menimbang sebelum proses vulkanisasi lebih mudah setelah selesai bungkus kompon dengan plastik lalu diamkan dalam kondisi ruangan ber ac selama 24 jam agar komponen kimia dalam kompon dapat bereaksi dengan baik.

Setelah proses *rolling* selesai dan telah di diamkan selama 24 jam maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji *rheometer* untuk mengetahui harga kematangan suatu kompon ini dilakukan agar saat melakukan proses vulkanisasi kematangan kompon dapat sempurna.

Pengujian kekerasan

Dalam pengujian ini kondisi kompon masih dalam bentuk lembaran lalu dirheometer untuk mengetahui waktu pematangannya setelah itu divulkanisasi dalam bentuk lembaran dipotong sesuai standar uji. Prinsip kerjanya adalah mengukur perlawanan terhadap lekukan bahan yang memiliki tingkat kekerasan setara dengan karet, bahan elastis dan bahan karet lainnya seperti substans yang dapat diukur dengan cepat dan efektif dengan menggunakan alat pengukur sempurna yang pas. Alat test kekerasan ini mengukur kedalaman lekukan dalam bahan yang ditimbulkan dari tekanan yang diberikan pada kaki penekan pada alat ini yang terstandarisasi dan mampu menghasilkan nilai dari **0 sampai 100**, semakin tinggi nilai yang dihasilkan menunjukkan bahwa material tersebut lebih keras.

Pengujian tarik

Dalam pengujian ini kompon di cetak dengan panjang dan lebar sesuai yang di butuhkan lalu di pasang pada cekam dikedua sisinya atas dan bawah. Cara melakukan pengujian tersebut dengan melakukan gaya tarik terhadap bahan tersebut dan dari pengujian yang telah dilakukan, dapat dicermati sejauh mana material yang diuji dapat bertambah panjang dan sampai pada titik putusnya.

Pengujian koefisien *grip*

Karena tidak adanya alat uji yang spesifik sesuai dengan penelitian kami maka atas ijin dan bimbingan dari dosen pembimbing kami dianjurkan membuat alat uji koefisien *grip*. Mengacu dari proses penelitian sebelumnya yang menggunakan alat uji gesek untuk kampas rem dengan standar Pegujian Gesek (ASTM D2047 - 99) ini belum bisa digambarkan sesuai keadaan ban pada kenyataanya dimana ban berputar pada kondisi jalan maka penulis membuat alat uji yang walaupun belum sesempurna kondisi kenyataanya tapi untuk mewakili prinsip cara kerja ban yang berputar pada kondisi jalan ini dirasa sudah cukup untuk mewakili penelitian ini. Alat ini juga dibuat mengacu pada prinsip kerja alat uji LAT100 *tire tread compound testing* ISO 23233 2009 standards (van der steen, 2007) . maka alat ini dibuat dengan standar lab mahasiswa untuk penelitian.

Langkah pertama pengujian adalah menyambung spesimen menjadi satu seperti pada gambar 3.22 dan 3.23 menyiapkan jumlah spesimen yang dibutuhkan tiga spesimen untuk tiap jenis komponnya langkah selanjutnya menyiapkan alat bantu yang dibutuhkan antara lain: *vernier caliper*, *tachometer* manual, *tachometer infrared*, *clammeter*, *thermometer infrared*, timbangan digital dan *stopwatch*.

Langkah pengujian spesimen yang sudah tersambung dilekatkan dalam puli yang sudah diberi alur agar saat dilakukan pengujian tidak terjadi selip akibat beratnya beban yang diberikan, menyalakan alat uji, mengukur hambatan arus dengan *clamppmeter* sebelum dan sesudah diberi beban selanjutnya puli diletakan dalam lintasan aspal dalam keadaan berputar menempelkan *tachometer* manual pada poros puli untuk mengetahui rpm puli tempat spesimen

untuk *tachometer infrared*, sinarnya diarahkan pada lintasan untuk mengetahui rpm pada lintasan ini dilakukan secara bersama-sama beban dimasukan pada sisi atas tempat puli berputar yang sudah disediakan tempatnya, langkah selanjutnya mengambil data rpm puli dan lintasan selama 3 detik untuk 1 hasil dan ini dilakukan selama 3 kali untuk 1 kali jenis kompon diantara 3 kompon yang di uji disetiap jenisnya ,mengambil data *clapmeter* untuk tiap beban yang diberikan dan ini juga dilakukan saat pengujian basah hanya ditambah dengan pengaliran air yang menetes kelintasan agar konstan maka kami menggunakan *infuse* untuk mengatuk debit serta aliranya agar *constant*. Dari pengujian tersebut maka akan didapatkan nilai koefisien *grip* rata-rata disetiap variasi beban yang diberikan.

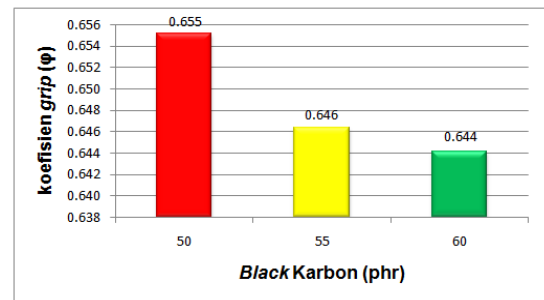
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Pengaruh pemberian variasi *black carbon* dan sulfur pada komposisi kompon bahan ban pada penelitian ini didapat dari hasil pengujian yang meliputi pengujian kekerasan, pengujian tarik dan pengujian koefisien *grip* pada lintasan aspal. Dari hasil pengujian kemudian di analisis dan dilakukan pembahasan untuk mendapatkan kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian.

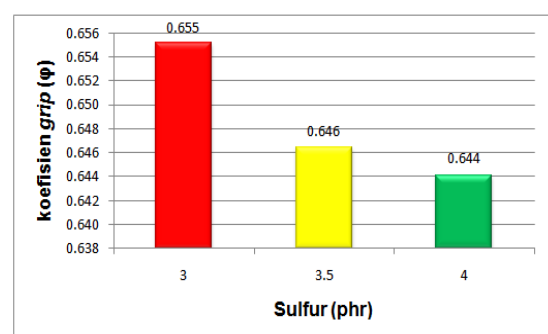
4.1 Pengujian koefisien Grip

- Hasil Pengujian Koefisien *Grip* Di Lintasan aspal pada kondisi kering dengan beban 16,2 Kg.



Gambar 4.1 Koefisien *Grip* bahan ban batikan silang dengan campuran *black karbon* sebesar 50 phr, 55 phr dan 60 phr Di Lintasan aspal Kondisi Kering.

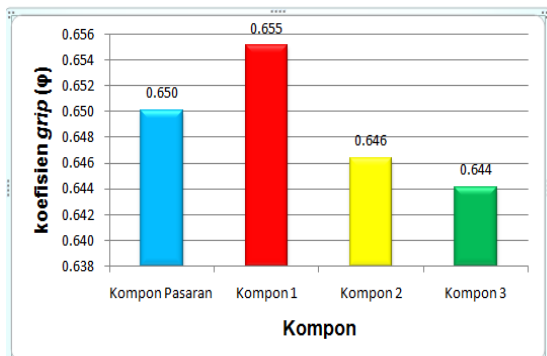
Berdasarkan histogram, dapat diketahui kompon dengan campuran black karbon 50 phr mempunyai koefisien *grip* tertinggi yaitu sebesar 0.655, kompon dengan campuran black karbon 55 phr mempunyai koefisien *grip* sebesar 0.646 dan kompon dengan campuran black karbon terbanyak ,yaitu 60 phr mempunyai koefisien *grip* terendah sebesar 0.644. Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan semakin banyak campuran *black karbon* pada bahan ban, maka semakin kecil koefisien *grip*nya.



Gambar 4.2 Koefisien *Grip* bahan ban batikan silang dengan campuran sulfur sebesar 3 phr, 3.5 phr dan 4 phr Di Lintasan aspal Kondisi Kering.

Berdasarkan histogram, dapat diketahui kompon dengan campuran

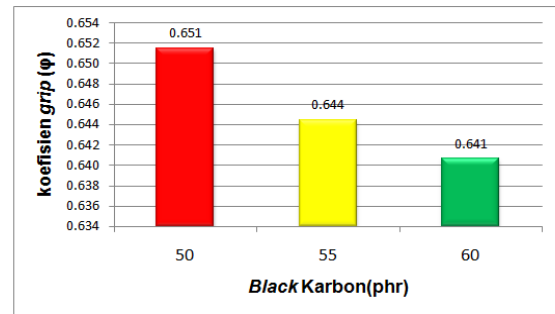
sulfur 3 phr mempunyai koefisien *grip* tertinggi yaitu sebesar 0.655, kompon dengan campuran sulfur 3.5 phr mempunyai koefisien *grip* sebesar 0.646 dan kompon dengan campuran sulfur terbanyak ,yaitu 4 phr mempunyai koefisien *grip* terendah sebesar 0.644. Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan semakin banyak campuran sulfur pada bahan ban, maka semakin kecil koefisien gripnya.



Gambar 4.3 Perbandingan koefisien *Grip* bahan ban batikan silang kompon pasaran, kompon 1, kompon 2, dan kompon 3 Di Lintasan aspal Kondisi Kering.

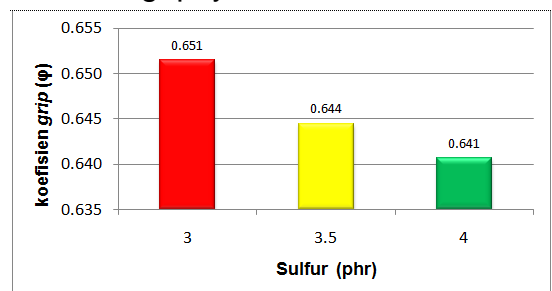
Dari histogram dapat diketahui kompon pasaran koefisien gripnya 0.655, lebih rendah dari kompon 1 yaitu kompon dengan campuran *black karbon* sebesar 50 phr dan sulfur 3 phr, namun lebih tinggi dari kompon 2 yaitu kompon dengan campuran *black karbon* sebesar 55 phr dan sulfur 3.5 phr. Ban berbahan karet lunak ditujukan untuk mencapai *grip* atau daya cengkram tertinggi artinya semakin lunak bahan yang digunakan maka semakin tinggi cengkram yang dihasilkan (Bikeart, Tedy. 2013).

- Hasil Pengujian Koefisien *Grip* Kondisi Basah Di Lintasan aspal dengan beban 16,2 Kg.



Gambar 4.4 Koefisien *Grip* bahan ban batikan silang dengan campuran *black karbon* sebesar 50 phr, 55 phr dan 60 phr Di Lintasan aspal Pada Kondisi Basah.

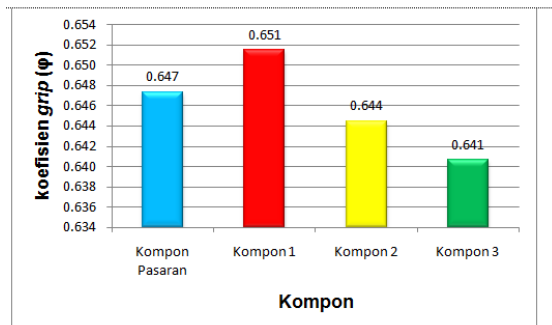
Berdasarkan histogram Kompon dengan campuran *black karbon* 50 phr mempunyai koefisien *grip* tertinggi yaitu sebesar 0.651, kompon dengan campuran *black karbon* 55 phr mempunyai koefisien *grip* sebesar 644 dan kompon dengan campuran *black karbon* terbanyak ,yaitu 60 phr mempunyai koefisien *grip* terendah sebesar 641. Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan semakin banyak campuran *black karbon* pada bahan ban, maka semakin kecil koefisien gripnya.



Gambar 4.5 Koefisien *Grip* bahan ban batikan silang dengan campuran sulfur 3 phr, 3.5 phr dan 4 phr Di Lintasan aspal Pada Kondisi Basah.

Berdasarkan histogram kompon dengan campuran sulfur 3 phr mempunyai koefisien *grip* tertinggi yaitu sebesar 0,651, kompon dengan campuran sulfur 3.5 phr mempunyai koefisien *grip* sebesar 0,644 dan kompon dengan campuran sulfur

terbanyak ,yaitu 4 phr mempunyai koefisien *grip* terendah sebesar 0,641. Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan semakin banyak campuran sulfur pada bahan ban, maka semakin kecil koefisien gripnya.



Gambar 4.6 Perbandingan koefisien *Grip* bahan ban batikan silang kompon pasaran, kompon 1, kompon 2, dan kompon 3 pada Lintasan aspal Kondisi basah.

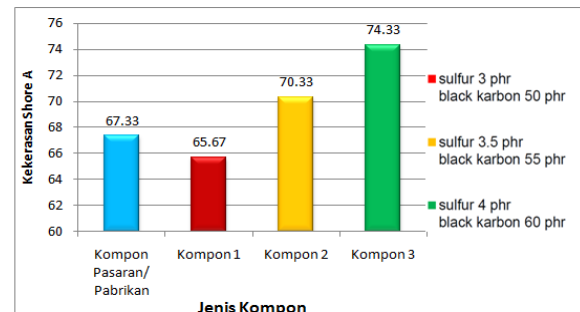
Dari histogram dapat diketahui kompon pasaran koefisien gripnya 0.647, lebih rendah dari kompon 1 yaitu kompon dengan campuran black karbon sebesar 50 phr dan sulfur 3 phr, namun lebih tinggi dari kompon 2 yaitu kompon dengan campuran black karbon sebesar 55 phr dan sulfur 3.5 phr. Ban berbahan karet lunak ditujukan untuk mencapai *grip* atau daya cengkram tertinggi artinya semakin lunak bahan yang digunakan maka semakin tinggi cengkram yang dihasilkan (Bikeart, Tedy. 2013).

Dari semua hasil pengujian koefisien *grip* pada kondisi basah di lintasan aspal mempunyai hasil relatif lebih kecil dibandingkan dengan hasil pengujian koefisien *grip* pada kondisi kering, di karenakan pada pengujian kondisi basah, air yang terdapat pada lintasan menghalangi bahan ban untuk menapak sempurna sehingga *grip*nya berkurang.

Pengujian Kekerasan.

Berikut ini adalah hasil pengujian kekerasan *Shore A* dengan standar metode uji SNI. 0778-2009,

butir 6.2.2 yang dilakukan di BBKKP Yogyakarta.

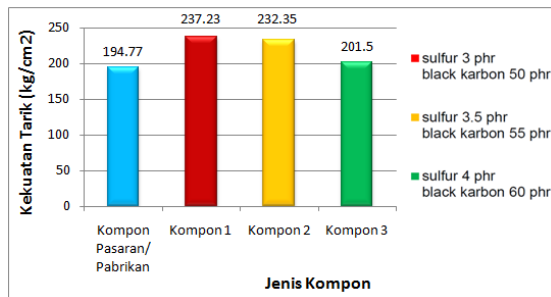


Gambar 4.7 Kekerasan *Shore A* Masing-masing Kompon.

Berdasarkan histogram diatas dapat diketahui bahwa kompon 3 adalah kompon yang paling keras dengan nilai kekerasan *Shore A* 74.33 dan kompon yang paling lunak adalah kompon 1 dengan nilai kekerasan *Shore A* 65.67. Sementara kompon pabrian dengan nilai kekerasan *Shore A* 67.33 sedikit lebih keras dari kompon 1, dan kompon 2 dengan nilai kekerasan *Shore A* 70.33 sehingga lebih keras dari kompon pabrian. Kompon dengan komposisi karbon paling sedikit merupakan kompon paling lunak, sedangkan kompon dengan komposisi karbon yang paling banyak merupakan kompon yang paling keras. Dari pengujian kekerasan kompon 1,2, dan 3 diatas menunjukkan bahwa bahan pengisi karbon black merupakan bahan pengisi aktif atau penguat yang mampu menambah kekerasan pada barang yang dihasilkan.(Amelia, Mila. 2008).

- **Pengujian Tarik.**

Berikut ini adalah hasil pengujian Tarik dengan standar metode uji SNI. 0778-2009, butir 6.2.1 yang dilakukan di BBKKP jagakarta.



Gambar 4.8 Kekuatan Tarik Masing-masing Kompon.

Berdasarkan Histogram diatas dapat diketahui bahwa kompon 1 mempunyai kekuatan tarik terbesar yaitu 237.23 kg/cm^2 diikuti kompon 2 dengan kekuatan tarik 232.35 kg/cm^2 , kompon 3 dengan

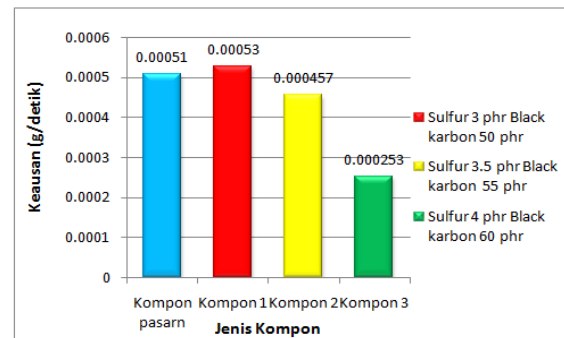
kekuatan tarik 201.50 kg/cm^2 dan kompon pabrik dengan kekuatan tarik terkecil 194.77 kg/cm^2 . Dari pengujian kompon 1, 2, dan 3 diatas jumlah karbon yang banyak menurunkan kekuatan tarik dari kompon. Filler dengan jumlah lebih tinggi, mengakibatkan miskin dispersi dari filler pada matriks karet, menyebabkan kekuatan tarik menurun. Perilaku ini dapat berhubungan dengan kemungkinan kecenderungan untuk membentuk gumpalan filler. (S. Maged, 2003). Kompon dengan kekuatan tarik tertinggi adalah kompon yang mempunyai nilai kekerasan terendah dan kompon dengan kekuatan tarik terendah adalah kompon dengan kekerasan tertinggi.

- **Pengujian Keausan Rata-rata.**

- **Lintasan kering**

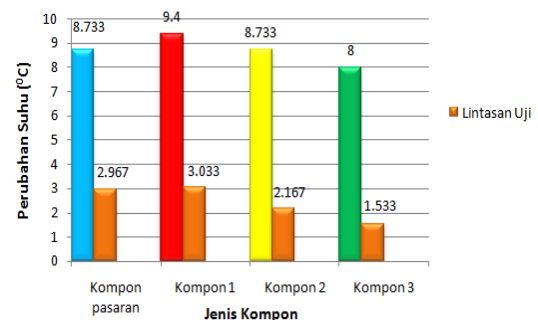
Dibawah ini adalah hasil nilai keausan dan kenaikan suhu pada pengujian koefisien *grip* pada lintasan aspal

kondisi kering dengan metode pemberian beban konstan 16.2 kg dalam waktu 30 menit.



Gambar 4.9 Perbandingan antara jenis kompon terhadap nilai keausan lintasan aspal kering.

Dari gambar 4.9 hasil data pengujian keausan dengan pembebanan konstan sebesar 16,2kg lintasan aspal kering dengan waktu 30 menit maka dapat disimpulkan kompon 1 memiliki nilai keausan tertinggi yaitu 0,530 (g) diikuti kompon pasaran sebesar 0,510 (g), kompon 2 sebesar 0,457 (g) dan kompon 3 memiliki nilai keausan terendah sebesar 0,440 (g) jadi semakin tinggi koefisien gripnya maka semakin tinggi nilai keausanya. Semakin keras kompon biasanya kualitas grip semakin menurun, tetapi ketahanan terhadap ausnya semakin meningkat. (Daroyniroy, 2008)

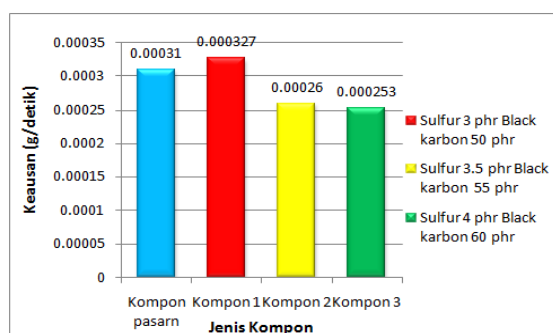


Gambar 4.10 Kenaikan Suhu Rata-rata Bahan Ban Dan Lintasan Pada Pengujian Keausan Kondisi Kering Lintasan aspal.

Berdasarkan histogram diatas dapat diketahui bahwa kompon 1 adalah kompon yang paling tinggi kenaikan suhunya, yaitu 9.400°C dan pada lintasannya 3.033°C . Kompon yang paling sedikit kenaikan suhunya adalah kompon 3 dengan kenaikan 8.000°C dan pada lintasannya 1.533°C . Sementara kompon pabrikan kenaikan suhunya 8.733°C dan pada lintasannya naik 2.967°C , sedikit lebih kecil dari kompon 1. Sedangkan kompon 2 dengan kenaikan suhu 8.733°C dan pada lintasannya naik 2.167°C sedikit lebih kecil dibandingkan kompon pasaran. Berdasarkan hasil diatas bahan ban dengan keausan terbesar mempunyai peningkatan suhu terbesar dan merupakan kompon dengan koefisien *grip* tertinggi.

• Lintasan Aspal Basah

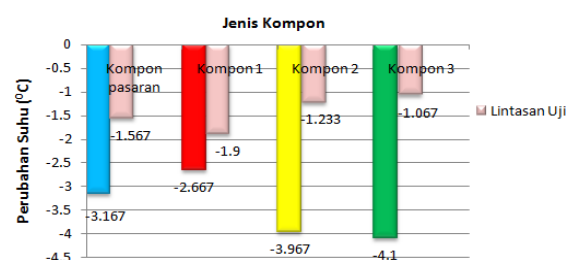
Dibawah ini adalah hasil nilai keausan dan kenaikan suhu pada pengujian koefisien *grip* pada lintasan aspal kondisi basah dengan metode pemberian beban konstan 16.2 kg dalam waktu 30 menit.



Gambar 4.11 Perbandingan antara jenis kompon terhadap nilai keausan lintasan aspal basah.

Dari gambar 4.11 hasil data pengujian keausan dengan pembebanan konstan sebesar 16,2kg

lintasan aspal basah dengan waktu 30 menit maka dapat disimpulkan kompon 1 memiliki nilai keausan tertinggi yaitu 0,327 (g) diikuti kompon pasaran sebesar 0,310 (g), kompon 2 sebesar 0,267 (g) dan kompon 3 memiliki nilai keausan terendah sebesar 0,253 (g) jadi semakin tinggi koefisien gripnya maka semakin tinggi nilai keausanya. Semakin keras kompon biasanya kualitas grip semakin menurun, tetapi ketahanan terhadap ausnya semakin meningkat. (Daroyniroy, 2008)



Gambar 4.12 Perubahan Suhu Rata-rata Bahan Ban Dan Lintasan Pada Pengujian Keausan Kondisi basah Lintasan aspal.

Dari data hasil perubahan suhu diatas antara bahan (spesimen) dan lintasan maka dapat diketahui hasilnya suhu bahan mengalami penurunan dari suhu awalnya dimana suhu kompon 3 mengalami penurunan tertinggi yaitu sebesar $-4,100^{\circ}\text{C}$ diikuti kompon 2 sebesar $-2,967^{\circ}\text{C}$, kompon pasaran sebesar $-3,167^{\circ}\text{C}$ sedangkan kompon 1 mengalami penurunan terendah sebesar $-2,667^{\circ}\text{C}$.

Sementara pada lintasan kompon 1 memiliki nilai penurunan suhu tertinggi yaitu -1.900°C diikuti kompon pasaran sebesar -1.567°C , kompon 2 -1.233°C dan kompon 3 memiliki penurunan suhu terendah sebesar -1.067°C .

Kesimpulan dari hasil pengujian suhu bahan dan lintasan pada kondisi basah adalah semakin tinggi nilai

keausan suatu kompon maka suhu bahan dan lintasannya akan semakin menurun, penulis berpendapat bahwa saat pengujian air terus mengalir tetapi batikan (*tread pattern*) pada spesimen tidak dapat memecah air maka ini akan membuat air mengenang pada spesimen sehingga suhu spesimen uji dan lintasan mengalami penurunan. Pada jalan basah, jarak pengereman tiga kali lebih panjang dibanding pada jalanan kering. Kondisi tapak ban menjadi penting karena dalam dalam sekian detik, tapak mengumpulkan air dalam alur dan dan mengeluarkannya di area yang menyentuh permukaan jalan. (Michelin, 2015).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemberian variasi antara *black carbon* dan sulfur pada komposisi kompon bahan ban berpengaruh pada nilai koefisien *grip*nya, kekerasannya dan kekuatan tariknya.
2. Semakin banyak prosentase pemberian *black carbon* dan sulfur pada kompon maka nilai tegangan tariknya semakin besar.
3. Semakin sedikit prosentase pemberian *black carbon* dan sulfur pada kompon maka nilai kekerasannya semakin rendah.
4. Pada pengujian koefisien *grip* dengan batikan silang kondisi aspal basah dan kering kompon komposisi 1 dengan *black carbon* 50 Phr dan sulfur 3 Phr memiliki nilai koefisien *grip* tertinggi dan diikuti dengan nilai keausan yang tinggi juga.
5. Pada pengujian koefisien *grip* dengan batikan silang pada lintasan aspal basah nilai koefisien *grip*nya

relatif lebih rendah dibandingkan pada aspal kering.

5.2 Saran

Dari hasil yang telah dibahas dengan berbagai kekurangannya penulis mempunyai beberapa saran yang dapat digunakan untuk peneliti selanjutnya.

1. Dalam membuat formulasi kompon perlu ditambahkan bahan-bahan yang dapat mempercepat proses pematangan kompon saat vulkanisasi.
2. Spesimen uji dibuat semirip mungkin dengan struktur yang ada dalam komponen ban pada umumnya tidak terfokus hanya pada kompon bahan ban saja.
3. Dalam pengujian keausan perlu diberi variasi beban agar hasil yang didapat lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, Mila, (2008). "*Pengaruh Swelling Indeks Compound Terhadap Tegangan Tarik (Green Modulus 300 %) Pada Proses Benang Karet Count 37 NS 40 PT. Industri Karet Nusantara Medan*, Karya ilmiah, FMIPA, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Anonym, 2012. *Pentingnya Peranan Ban*. Diakses dari: <https://teknologi mesinmobil.wordpress.com/category/teknologi-mobil/>
- Daroyni Roy, 2008. *Formula One Teknologi*. Diakses dari: <http://f1-technology.blogspot>.
- Kopeliovich, Dr. Dmitri . 2013. "*Shore (Durometer) hardness test*".http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=shore_durometer_hardness_test. Diakses pada 2 januari 2016.
- Michelin. Cara memilih ban. Diakses dari: <http://www.michelin.co.id/>
- Sjahdanulirwan, M, 2003. *Kelebihan Serta Kekurangan Perkerasan Beraspal Dan Beton*. Pusilitbang Jalan Dan jembatan Bandung.
- Stolk, Kros. 1994. *Elemen Konstruksi Bangunan Mesin*. Elemen Mesin, Erlangga, Jakarta.
- Teddy. 2013. *Majalahbikeart*. Diakses dari: <https://majalahbikeart.wordpress.com/2013/02/02/tipe-kompon-ban-motor/>
- Wikipedia. *Ban* . Diakses dari: <http://id.wikipedia.org/wiki/Ban>.